



## **CONTRIBUTION A L'ETUDE DU TRANSPORT SOLIDE DANS LE RESEAU D'IRRIGATION DU PERIMETRE IRRIGUE GOUBELLAT (TUNISIE)**

### **CONTRIBUTION TO THE STUDY OF SOLID TRANSPORT IN THE IRRIGATED IRRIGATION PERIMETER GOUBELLAT (TUNISIA)**

**RIAHI R.<sup>1</sup>, BOUJELBENE A.<sup>2</sup>, BACCOUCHE S.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Unité de recherche Pédologie /Département géologie /Faculté des sciences de Tunis/ Campus Universitaire 2092 - El Manar Tunis. Tunisie.

<sup>2</sup> Institut Supérieur Agronomique Chott Mériem.  
B.P 47, 4042 Chott Mériem Sousse- Tunisie.

<sup>3</sup> Ecole Supérieure des Ingénieurs de l'Équipement Rural, 9070, Medjeh El Bab-Tunisie.

*riahirihab2@gmail.com*

#### **RESUME**

Bien que la Medjerda soit une source importante, l'eau obtenue par les agriculteurs est chargée de sédiment. L'installation des ouvrages de décantation est nécessaire pour réduire cette charge solide.

Cette étude a pour objectif de vérifier l'efficacité des décanteurs artificiels de complexe hydraulique de Goubellat (Tunisie) représentés par un tronçon de dérivation, utilisé pour réduire la vitesse afin que les matériaux se déposent.

Les résultats montrent que le bassin de la station reprise 1 participe à diminuer 74.22 m<sup>3</sup> de charge en matière en suspension et chasser 315.64 m<sup>3</sup> de matières décantables durant les trois mois de mesures. Le bassin de la station reprise 2 participe à diminuer 72 m<sup>3</sup> de charge solide (la matière en suspension) et 412,088 m<sup>3</sup> de matières décantables durant toutes les campagnes de mesure.

L'analyse par sédimentométrie faite auprès des bassins de station de reprise 1 et 2 montre qu'ils interceptent du limon et du sable fin et une faible proportion d'argile (29 %).

**Mots clés** : irrigation, Mejerda, décanteur, matière en suspension.

## ABSTRACT

Although the Medjerda is an important source, the water obtained by farmers content sediments. For that reason, the installation of the decanter is essential to reduce this solid load.

The purpose of this study is to verify the efficiency of the Goubellat hydraulic complex in the solid load reducing.

The results show that the basin of station 1 contributes to reduce 74.22 m<sup>3</sup> of suspension matter and 315.64 m<sup>3</sup> of decantable mater during three months of measurements.

The basin of the station 2 participates to decrease 72 m<sup>3</sup> of suspension matter and 412,088 m<sup>3</sup> of decantable matters during three months of measurement.

The sedimentometric analysis of the basins of station 1 and 2 shows that they intercept silt and fine sand and a small proportion of clay (29) %.

**Key words:** irrigation, Mejerda, decanter, suspended matter.

## INTRODUCTION

L'étude d'érosion et de transport solide en Tunisie (Saadaoui et al. 1996) prouve que l'envasement et le colmatage cause des problèmes à l'infrastructure hydraulique. Au moins 25 à 30 millions de m<sup>3</sup> de sédiments se déposent annuellement dans les retenues de barrages, et par conséquent, elles perdent annuellement 0,5% à 1% de leur capacité par alluvionnement (Ben Mammou et al. 2007). Ceci cause la diminution des disponibilités en eau pour l'irrigation et l'eau potable. La retenue de barrage Sidi Salem a perdu 52 millions de m<sup>3</sup> de sa capacité depuis sa mise en eau, avec des taux d'envasement annuel de 1,04 %. Outre, les problèmes techniques des réseaux d'irrigation comprennent des singularités très favorables aux dépôts des matériaux en suspension (Djedidi, 2006) et auront sans doute des impacts négatifs sur l'infrastructure hydraulique en aval et surtout au moment des lâchées de barrage sidi Salem.

Les problèmes techniques de colmatage des infrastructures hydrauliques sont divers .L'étude de M'sadak et al. (2017) de diagnostic de réseau d'irrigation a mis en évidence des problèmes de colmatage des asperseurs (débits est compris entre 241,5 et 285,0 l/h) et de colmatage des filtres avec une chute considérable des débits des asperseurs lors de l'arrosage de deux zones simultanément accompagné d'une baisse de la portée des asperseurs.

Dans les décanteurs actuellement en service sur la Medjerda, le plus grand problème qui se pose est l'évacuation des sédiments décantés.

Plusieurs améliorations ont été rapportées depuis la mise en service des premiers décanteurs, ces améliorations ont touché principalement la forme du bassin de décantation et les équipements d'évacuation. Dans cette étude, on s'intéresse à la station de Goubellat (Tunisie) dont on vient de vérifier l'efficacité des décanteurs artificiels, représentés par un tronçon, utilisé pour réduire la vitesse pour que les matériaux se déposent.

Dans cette perspective, nous avons réalisé un suivi des paramètres physico-chimiques et une étude de la variation spatio-temporelle des teneurs en matière en suspension MES, la matière décantable MD et de la turbidité dans quelques tronçons du réseau. Nous allons donc entamer une étude comparative et analytique entre l'amont et l'aval de chaque tronçon.

A partir des résultats expérimentaux, nous cherchons à exploiter les relations entre les différents paramètres, de caractériser le phénomène de transport solide et vérifier l'efficacité de ces décanteurs.

## **PRESENTATION GÉNÉRALE DE L'INFRASTRUCTURE HYDRAULIQUE**

Le projet concerne l'utilisation de 10 Millions de m<sup>3</sup> d'eau de la Medjerda, pour l'irrigation d'un périmètre public, situé dans la plaine de terres privatives, et 2100 hectares de terres domaniales (BICH ,2005). Par référence à la direction générale du génie rural et d'exploitation des eaux, l'eau d'irrigation présente les caractéristiques chimiques suivantes : salinité moyenne 1.3 g/l –avec un seuil maximale de 2 g/l, la charge moyenne en matière en suspension est de 8 g/l, à l'étiage 0.5 g/l, et en crue de 100 g/l.

Le périmètre irrigué est situé dans la délégation de Goubellat, du Gouvernorat de Béja (Tunisie). La figure 1 présente la localisation du périmètre irrigué. Le complexe hydraulique de Goubellat est formé par des ouvrages de distribution et des ouvrages de transfert schématisés dans la figure

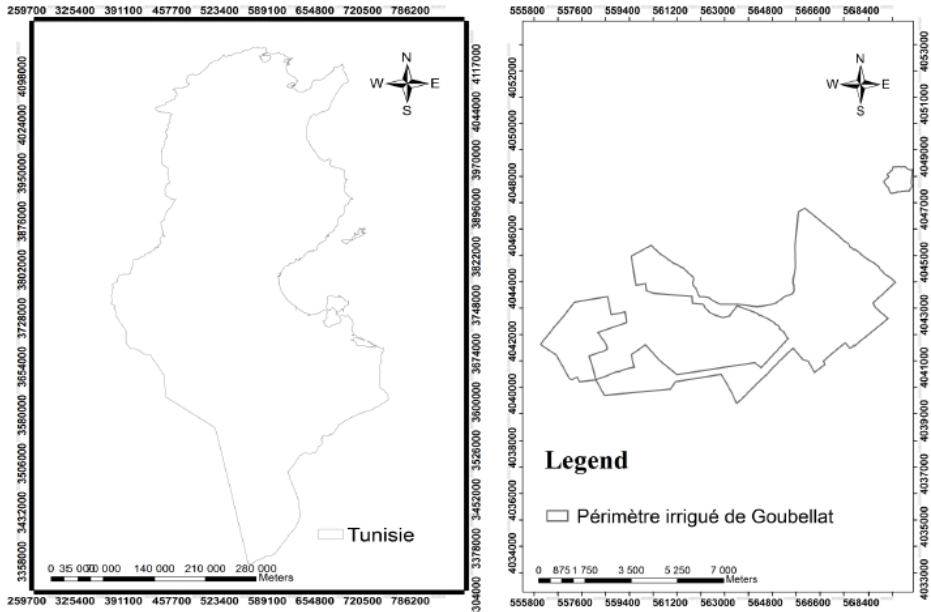


Figure 1 : Carte de localisation de périmètre irrigué de Goubellat (Tunisie)

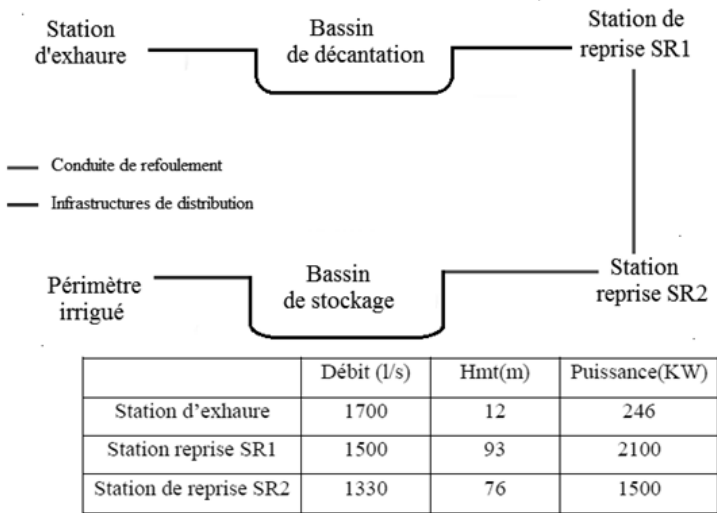


Figure 2 : Représentation schématique de l'infrastructure hydraulique

## **MATERIELS ET METHODES**

Ce travail a pour but d'évaluer le rôle des équipements hydromécaniques installés pour l'évacuation des charges solides et ceci par le suivi des paramètres relatifs à la qualité des eaux de la Medjerda (les matières en suspension (MES), la turbidité et les matières décantables (MD)).

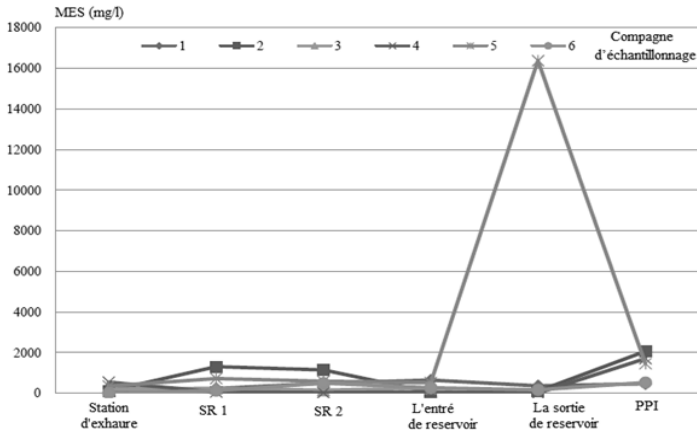
La démarche expérimentale est focalisée sur :

- La mesure de la MD, la MES et la turbidité des échantillons d'eau prélevés à différents sites au niveau de l'infrastructure hydrauliques de l'oued pour atteindre le périmètre irrigué tout en tenant compte des conditions normales et critiques du fonctionnement de ce réseau tel que la pointe d'irrigation dans le périmètre (débit maximum) et la faible demande en eau dans le périmètre (débit presque nul) et en cas de lachure de barrage Sidi Salem (concentration élevée en sédiment dans le lit de l'oued).
- La quantification des volumes des sédiments déposés dans les ouvrages durant la période de notre travail par la mesure de la hauteur des sédiments déposés, les concentrations mesurées et les volumes d'eau pompés .
- La détermination de l'intervalle granulométrique de ces sédiments déposés.

## **RESULTATS**

### **Etude de l'évolution de la qualité physico chimique de l'oued Medjerda tout au long du complexe hydraulique**

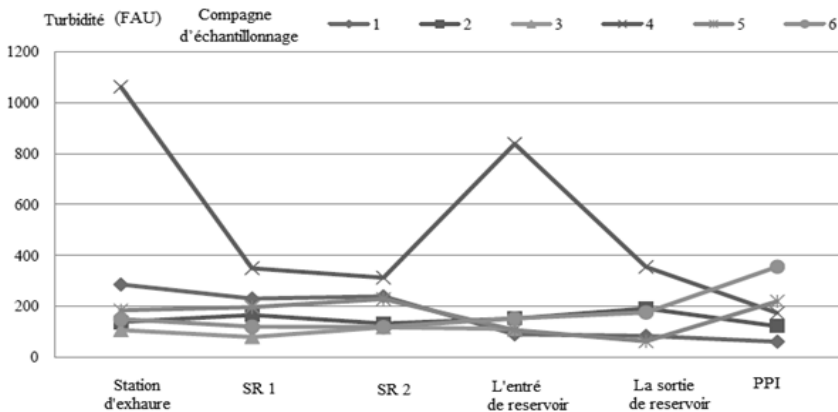
D'après les courbes d'évolution des concentrations en matière en suspension (Figure.3), on remarque que pour la majorité des cas les concentrations en MES sont similaires à l'entrée du circuit hydraulique. Mais au niveau de complexe exhaure de la station de reprise, il y a une légère variation dans le temps ceci est dû à la qualité de l'eau.



**Figure 3 :** Variation de MES tout au long de complexe hydraulique durant toutes les compagnes de mesures

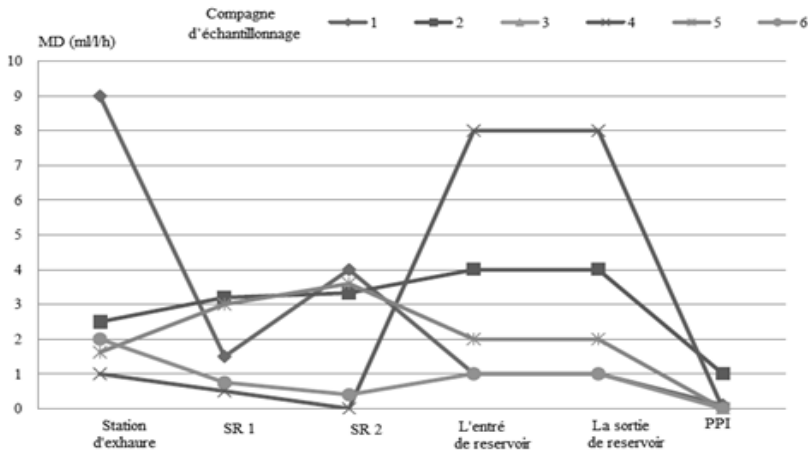
Au niveau du périmètre, on observe une variation relativement importante surtout pour la deuxième et la quatrième campagne. Ainsi la prise en considération d'un fluide monophasique est exclue vu la présence d'un tri granulométrique au sein de la coulée est couramment admise (Benoit et al. 2006).

La turbidité en aval est supérieure à celle en amont uniquement pour les deux essais qui coïncident avec l'augmentation de demande en eau. Les eaux traversant les décanteurs sont rapidement pompées et n'ont pas le temps à être décantées (Figure .4).



**Figure 4 :** Variation de la turbidité tout au long du complexe hydraulique durant toutes les compagnes de mesures

On remarque que les valeurs de la concentration en MD, pour toutes les compagnes, à l'exception de la compagne 4 entre celle de la compagne 2 et celle de la compagne 6. Ces deux courbes constituent une enveloppe (Figure.5).



**Figure 5 :** Variation de MD tout au long du complexe hydraulique durant toutes les compagnes de mesures

### Etude de la participation de chaque élément de réseau dans la diminution de la charge solide

On peut diviser notre système en 4 tronçons qui sont représentés dans le tableau 1.

**Tableau 1 :** L'identification des tronçons

Le tronçon	L'amont	L'aval
T1	Station d'exhaure	L'entrée de filtre
T2	Sortie de filtre	L'entrée de réservoir
T3	L'entrée de réservoir	Sortie de réservoir
T4	Sortie de réservoir	L'élément d'irrigation

#### Etude de tronçon T1

On peut schématiser ce tronçon par la figure 6.

Avec :

Le sous tronçon T11: de station d'exhaure vers le bassin de SR1

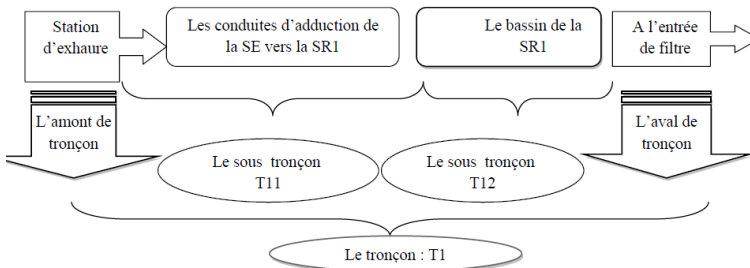
Le sous tronçon T12 : de l'entrée de bassin vers l'entrée de filtre de SR1

On a fait une comparaison entre l'écart de concentration en MES et MD entre l'amont et l'aval (de ce tronçon) en fonction du temps. D'après les courbes de variation des paramètres physiques, on peut dire que ce tronçon se comporte différemment vis-à-vis de la MES et de la MD.

Pour la matière en suspension il y'a deux situations critiques :

- La concentration en MES à l'aval dépasse énormément la concentration en amont pour les deux premiers essais qui coïncident avec la lâchure du barrage de Sidi Salem le (29-03-2010) et la présence des dépôts déjà cumulés dans les conduites de SE vers le SR1. En effet la matière en suspension s'accumule au fond du bassin, d'où on les extrait périodiquement (Didier, 1998).
- La concentration (aval) est inférieure à celle en (amont) uniquement pour le sixième et le quatrième essai.

Pour la matière décantable, la majorité des essais à l'exception de la cinquième compagne la concentration en MD à l'amont est supérieur de l'aval ce qui confirme que ce tronçon joue un rôle primordial dans la diminution de la charge en MD. L'écart important entre l'amont et l'aval est plus important dans la première compagne ou ce tronçon participe à diminuer 5ml/l/h.



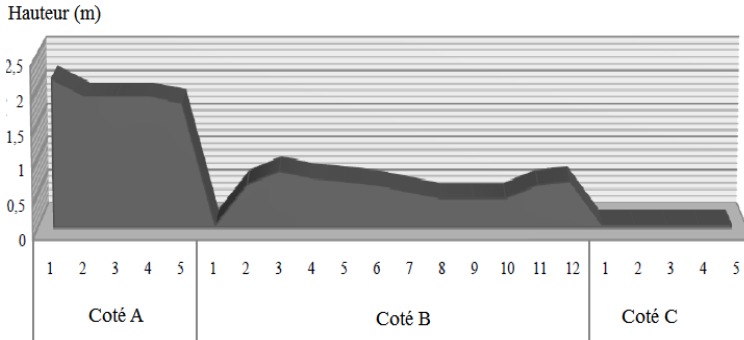
**Figure 6 :** Schéma simplifié du tronçon T1

### ***Etude du sous tronçon (Bassin de SR1)***

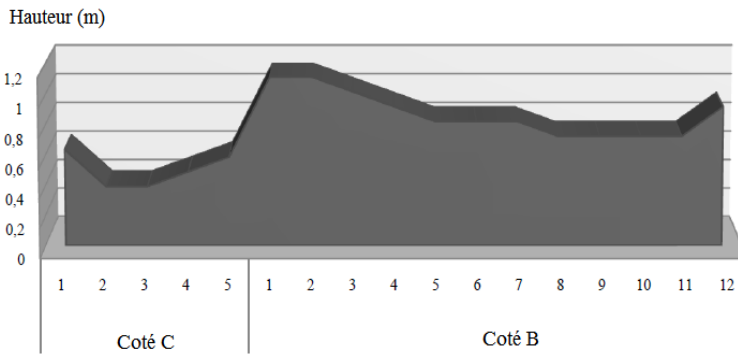
Dans le but d'évaluer les rôles des bâches d'aspiration et de quantifier le phénomène de transport solide au sein de ces bassins, on a fait des mesures des hauteurs initiales des sédiments et on les a comparé à l'état final.

Les représentations graphiques (Figures 7 et 8) traduisent schématiquement ces résultats.





**Figure 7 :** La répartition des dépôts des sédiments dans le bassin droite de la SR1



**Figure 8 :** La répartition des dépôts des sédiments dans le bassin gauche de la SR1

Les sédiments se déposent irrégulièrement dans le bassin :

Le coté A représente la partie la plus profonde (5,44 m) du bassin et assure le captage. En effet, les dépôts des sédiments se concentrent plus à cet endroit (plus que 2 m de dépôt). Il y'a eu une certaine irrégularité dans la répartition des dépôts solides. Ceci est expliqué par la présence d'un obstacle représenté par le pont racler et les points de mesure ne sont pas sur la même profondeur. Le coté (C) présente moins des dépôts en comparaison avec le coté (A) et (B) puisque il assure uniquement le transit de l'eau de décanteur vers le filtre. Il y'a eu une répartition régulière puisque les sédiments sont soumis aux mêmes conditions (même vitesse de circulation de l'eau et même pente). A la fin des campagnes, on a mesuré les hauteurs des dépôts cumulés.

Les représentations graphiques (Figures .9 et 10) traduisant l'évolution spatiale des dépôts des sédiments au sein des bassins de décantation SR1. L'évolution du dépôt solide est irrégulière elle est tantôt positive et on enregistre des surplus

(n'est pas important (20 cm) et tantôt négative et on enregistre une diminution. Ceci est du à plusieurs facteurs. La présence des ponts racleurs, les sédiments décantés tout le long du décanteur sont raclés périodiquement vers une trémie à l'amont du décanteur. L'évacuation se fait par chasse hydraulique à travers une conduite munie d'une vanne d'isolement à commande pneumatique de diamètre 300 mm.

Les deux figures (9 et 10) montrent bien cette conclusion.

Pour justifier les constatations précédentes et quantifier la participation de ce bassin dans la diminution, on a comparé  $V_{ds}$  et  $V_s$ .

Avec :

- $C_m$  : concentration moyenne (g/l)
- $M$  : masse solide total (g)
- $V_{ds}$  : volume de dépôt solide ( $m^3$ )
- $V_{tp}$  : volume total pompé ( $m^3$ )
- $S_b$  : surface de bassin ( $m^2$ )
- $H_m$  : hauteur de dépôt moyenne mesuré (m)
- $V_{tp}$  : volume total pompé ( $m^3$ )
- $d_s = 1.45$  ( $g/cm^3$ )

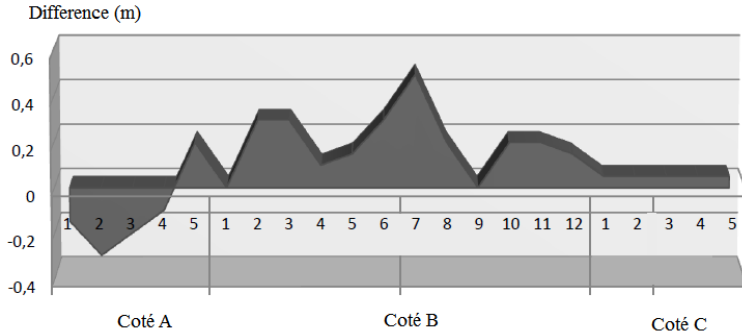
**Tableau 2 :** Mesure de  $V_{ds}$

$V_{ds} = S_b * H_m$			
	$S_b$	$H_m$	$V_{ds}$
Bassin droit	79	0.07 (surplus)	5.53
Bassin gauche	79	0.014 (déficit)	1.106
<b><math>V_{ds} \text{ total} = 5,53 - 1,106 = 4.42m^3</math></b>			

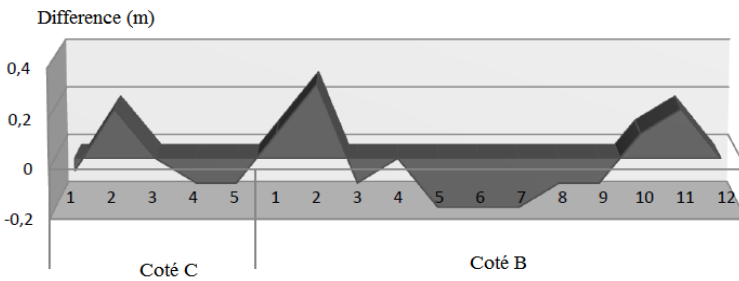
**Tableau 3 :** Mesure de volume solide riche en MES et MD

<b>Calcul de <math>V_{s(MES)}</math> volume solide riche en (MES) <math>m^3</math></b>					
Bassin de la SR1	$M_s = C_m * V_{tp}$				
	$V_{tp}$ ( $m^3$ )	$C_m$ (g/l)	$M$ (g)	$V_{s(MES)} = M/d_s$ ( $cm^3$ )	$V_{s(MES)}$ ( $m^3$ )
	219196	0,491	107625236	74224300.68	74.22
<b>Calcul de volume solide riche en <math>V_{s(MD)}</math> (ml/l/h)</b>					
Bassin de la SR1	$V_{tp}$ ( $m^3$ )	$C_m$ (ml/l/h)	$V_{s(MD)}$ (ml)	$V_{s(MD)}$ (l)	$d_s = 1.45g/cm^3$
	219196	1.44	315642 240	315642.24	

Le bassin de la SR 1 participe à diminuer 74.22 m<sup>3</sup> de la charge en MES et chasser 315.64 m<sup>3</sup> de MD durant les trois mois de mesures.



**Figure 9 :** La répartition des dépôts des sédiments dans le bassin droite de la SR1

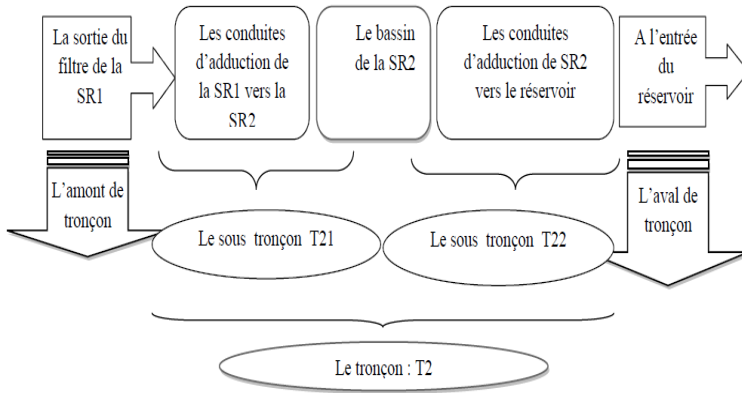


**Figure 10 :** La répartition des dépôts des sédiments dans le bassin gauche de la SR1

### **Etude du tronçon T2**

Le tronçon T1 est formé par des deux sous tronçons représentés par le schéma de la figure 11, avec :

- Le sous tronçon T21 : incomplet de sortie de filtre de la SR1 vers le bassin de la SR2
- Le sous tronçon T22 : incomplet de bassin de la SR2 vers l'entrée de réservoir



**Figure 11** : Schéma simplifié du tronçon T2

D'après les courbes de variation des paramètres physiques en fonction du temps, on peut dire que ce tronçon se comporte différemment vis-à-vis de MES et MD.

Contrairement au tronçon précédent, l'écart entre la concentration en amont et en aval est marqué durant toutes les campagnes de mesure sauf pour le dernier essai. Il diminue 96.5% de la MES ce qui prouve que ce tronçon diminue la MES. L'eau provenant du décanteur de SR1 est moins chargée en MES (effet du décanteur).

Ce tronçon n'a pas d'effet sur la charge en MD puisque l'aval a été toujours plus concentré que l'amont. La réduction de la charge solide paraît uniquement pour le cinquième essai (50%).

Ceci est en relation avec la présence des dépôts cumulés dans les conduites et qui seront transportés avec l'eau vers l'aval de ce tronçon.

### ***Etude du sous tronçon (le bassin de tranquillisation de la SR2)***

Au début de notre travail et dans le but de vérifier si les bâches d'aspiration participent à diminuer la charge solide et à quantifier par la suite le phénomène de transport solide au sein de ces bassins.

On a fait des mesures des hauteurs initiales des dépôts des sédiments au début des campagnes de mesure.

Pour ce bassin les dépôts se localisent plus dans les parties lointaines de l'arrivée de l'eau. La vitesse du courant est un facteur qui conditionne la sédimentation : plus le courant sera faible, plus la sédimentation sera importante

(Figure.12). “La relation entre la concentration des sédiments en suspension C et le débit Liquide Ql est une relation fondamentale en matière de transport solide (Yles et al. 2012). La concentration des sédiments en suspension C et le débit liquide évoluent en général suivant un modèle de puissance  $y = axb$  (Etchanchu et Probst, 1986). Il existe une autre relation empirique appelée courbe du transport solide (Crawford, 1991), qui lie le débit solide au débit liquide :  $Q_s = a.Q_l^b$ . Depuis des années, on a essayé de caractériser les paramètres a et b afin de mieux les définir (Benkhaled et Remini, 2003 ; Bouanani, 2004 In (Yles et al. 2012))”.

Il est clair que le bassin de tranquillisation de SR2 cumule plus de dépôts en comparaison avec le SR1. Il dépasse dans quelques points de mesures le 0.5 m avec un écart moyen de 0.3m.

La figure 13 montre bien cette conclusion.

Pour quantifier la participation de ce bassin dans la réduction de la charge solide, on a fait le calcul suivant :

**Tableau 4 : Mesure de  $V_{ds}$**

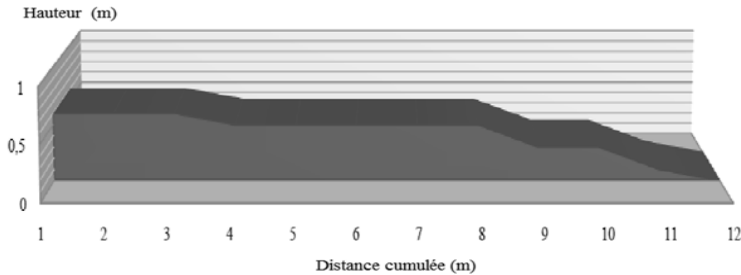
$V_{ds} = S_b * H_m$			
Bassin droite	$S_b$ (m <sup>2</sup> )	$H_m$ (m)	$V_{ds}$ (m <sup>3</sup> )
	98.15	0, 3	2 9.44
$V_{ds\ total} = 29.44m^3$			

**Tableau 5 : Mesure de  $V_s$**

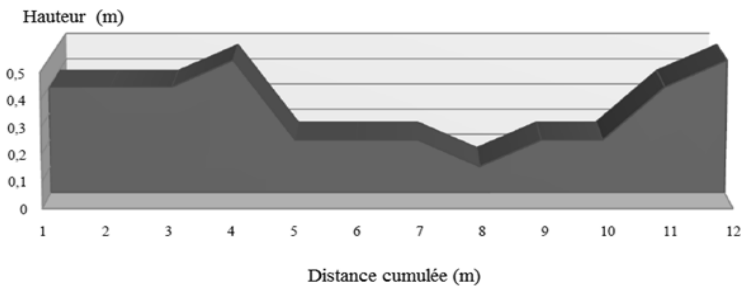
Calcul de $V_{s(MES)}$ riche en (MES) m <sup>3</sup>					
$V_{s(MES)} = C_m * V_{tp}$					
SR2	$V_{tp}$ (m <sup>3</sup> )	$C_m$ (g/l)	$M_s$ (g)	$M_s/ds$ (cm <sup>3</sup> )	$V_{s(MES)}$ (m <sup>3</sup> )
	219196	0.478	104775688	72259095,17	72.25
Calcul de $V_{s(MD)}$ (ml/h)					
SR1	$V_{tp}$ (m <sup>3</sup> )	$C_m$ (ml/h)	$V_{s(MD)}$ (ml)	$V_{s(MD)}$ (l)	
	219196	1.88	412088480	412088.480	

Donc il est claire que le bassin de la SR2 participe à diminuer 72 m<sup>3</sup> de charge solide (Contenant la MES) et 412,088 m<sup>3</sup> de MD durant toute la campagne de mesure. Ces matériaux sont transportés par charriage dans le sens du courant.

La contrainte de cisaillement sur le fond est supérieure à la contrainte de cisaillement critique (début de l'entraînement).



**Figure 12 :** La répartition des dépôts des sédiments dans le bassin de la SR2



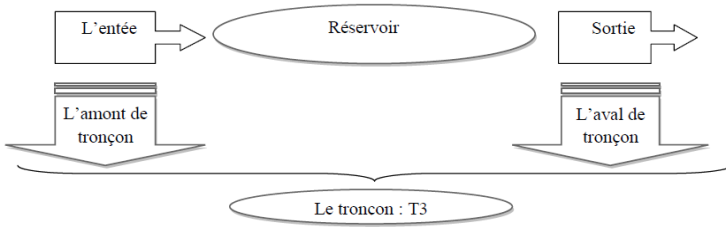
**Figure 13 :** La répartition des surplus des dépôts des sédiments dans le bassin de la SR2

### *Etude de tronçons T3*

On peut schématiser le tronçon T4 par la figure 14.

Le tronçon T3 participe à réduire la MD. On enregistre un écart important entre la concentration de l'amont et de aval. Elle augmente dans la quatrième compagne (efficacité de 100%). Ceci est dû au temps de séjour élevé de ce bassin par rapport aux autres décanteurs.

Le troisième tronçon participe également à réduire la MES avec les pourcentages suivantes : 43,75% dans l'essai 1 et 100% dans l'essai 4 et 38,36% dans l'essai 6. Le cinquième essai présente une exception, avec une augmentation des dépôts dans le circuit hydraulique suite à la lâchure de barrage de Sidi Salem.



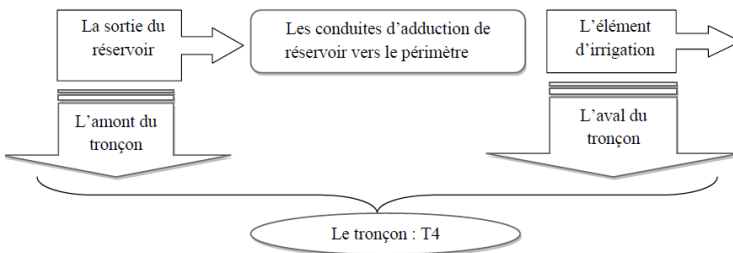
**Figure 14 :** Schéma simplifié du tronçon T3

### **Etude de tronçon T4**

Le tronçon T4 est schématisé par la figure 15.

Le quatrième tronçon n'a pas d'effet sur la MES. Au contraire les eaux traversant ce tronçon sont chargées en MES. Ceci est en relation avec la présence des dépôts dans les conduites d'adduction du réservoir vers le périmètre.

Le quatrième tronçon joue un rôle primordial dans la diminution de la charge en MD. Ceci est dû à la présence des équipements hydrauliques à la parcelle tels que les filtres qui interceptent les charges solides.



**Figure 15 :** Schéma simplifié du tronçon T4

## **CONCLUSION**

L'objectif de notre travail est d'apporter une contribution à l'étude du transport solide dans le réseau d'irrigation du périmètre Goubellat. Le suivi des paramètres physico-chimiques et de la variation spatio-temporelle des teneurs en matière en suspension MES, la matière décantable MD et de la turbidité dans

quelques tronçons du réseau d'irrigation de la station de Goubellat a donné les résultats suivants :

Les eaux résiduaires de l'oued Medjerda sont chargées même si la nature de la charge en suspension est très variable en fonction de l'affluent. Cette concentration s'affaiblit sous l'effet du décanteur installé (réduit la charge en MES avec un pourcentage de 5.71% ) et du réservoir (réduit la concentration en MD). L'analyse par sedimentometrie réalisée auprès des bassins de SR1 et SR2 montre qu'ils interceptent du limon et du sable fin et une faible proportion d'argile (29%). Le problème de la turbidité de l'eau est récurrent chez les agriculteurs et les analyses qu'on a fait montrent bien que la MES est à l'origine de cette turbidité. Ceci résulte des de la mise en eau des dépôts déjà cumulés dans le réseau. On préconise dans cette situation les recommandations suivantes soit renforcement du complexe par un autre décanteur ou augmentation de la fréquence d'entretien des bassins et la fréquence de manipulation des ouvrages de vidange sur le réseau.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BEN MAMMOU A., LOUATI M.H. (2007). Évolution temporelle de l'envasement des retenues de barrages de Tunisie, *Revue des sciences de l'eau* Vol. 20, Issue 2, pp. 201–210.
- BENKALED, A., REMINI, B. (2003). Analyse de la relation de puissance : débit solide-débit liquide à l'échelle du bassin versant de l'Oued Wahrane (Algérie). *Revue Sciences de l'eau*, Vol.16, Issue 3, pp. 333-356.
- BENOIT C., MAGNIS L. (2006). Transport solide en suspension sous un inter houle – courant, compte rendu du « IX<sup>ème</sup> journée national Génie civil –Génie côtier » ,12-14 Septembre 2006, Brest .145-156.DOI :10.5150/jngcgc.2006.015-C.
- BICH. (2005). Projet d'assistance technique pour transférer la gestion du grand PPI de Goubellat au GIC, pp.5-12.
- BOUANANI A. (2004). Hydrologie, transport solide et modélisation. Etude de quelque sous-bassin de la Tafna (NW Algérie), Thèse de doctorat d'état, université de Tlemcen. Disponible sur : <http://hydrologie.org/THE/BOUANANI.pdf>.
- CRAWFORD CG. (1991). Estimation of suspended sediment rating curves and mean suspended sediment load, *Journal of Hydrology*, Vol.129, Issue 1-4, pp.331-348.
- DIDIER G. (1998). Décantation. [En ligne] : <http://www.intraide.org/pratique>.
- DIRECTION GÉNÉRALE DU GÉNIE RURAL ET DE L'EXPLOITATION DES EAUX CRDA DE BEJA. Programme d'investissement dans le secteur de l'eau II



- (PISEAU II) Elaboration de la fiche d'information environnementale et sociale Fies du projet de réhabilitation de périmètre irrigué Medjez el bab (dans le secteur de l'eau II (PISEAU II), [En ligne] : [/http://www.environnement.gov.tn/fileadmin/medias/pdfs/projet\\_etude/PISEAU\\_II/FIES/PPI\\_Mdjez\\_El\\_bab\\_Beja.pdf](http://www.environnement.gov.tn/fileadmin/medias/pdfs/projet_etude/PISEAU_II/FIES/PPI_Mdjez_El_bab_Beja.pdf).
- DJEDIDI A. (2006). Efficacité d'un décanteur de la station de Goubellat, SFE de ESIER, Tunisie, pp.3-5.
- ETCHANCHU D., PROBST J.L. (1986). Érosion et transport de matières en suspension dans un bassin versant en région agricole. Méthode de mesure superficielle, de sa charge et de ses deux composantes du transport solide dans un cours d'eau. Comptes rendus de l'Académie des Sciences (Paris), n°17, pp. 1063-1067.
- M'SADAK Y., MANAI A. (2017). Etude diagnostique et dimensionnement du réseau d'arrosage de la pépinière forestière moderne de Chott Mariem, Sousse –Tunisie, Larhyss Journal, Vol .32, pp. 181-198.
- SAADAOU M. (1996). Erosion et transport solide en Tunisie mesure de et prévision du transport solide dans les bassins versants et de l'envasement dans les retenues des barrages. Sol de Tunisie. Bulletin de la Direction des sols, Vol. 17, pp. 12 – 36.
- YLES F., Bouanani A. (2012). Quantification et modélisation du transport solide dans le bassin-versant de l'oued Saïda (hauts plateaux algériens). Sécheresse, Vol. 23, Issue 4, pp. 289–96.